

## **DINAMIKA PENJALARAN GELOMBANG MENGGUNAKAN MODEL CMS-Wave DI PULAU PARANG KEPULAUAN KARIMUNJAWA**

**Jejen Jenhar Hidayat, Muh.Yusuf, dan Elis Indrayanti <sup>\*)</sup>**

<sup>\*)</sup> Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698  
Email : [jenhar.hidayat@yahoo.co.id](mailto:jenhar.hidayat@yahoo.co.id)\*)

### **Abstrak**

*Gelombang merupakan salah satu parameter oseanografi yang mempengaruhi kondisi pantai. Penjalaran gelombang menuju pantai akan mengalami transformasi diantaranya adalah refraksi yang berperan terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dinamika penjalaran gelombang di Pulau Parang. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19-22 September 2012 di Pulau Parang. Data primer yang digunakan adalah data gelombang sedangkan data sekunder yang digunakan adalah data angin dan data batimetri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif. Peramalan gelombang diperoleh dari data angin dengan menggunakan metode SMB, sedangkan model penjalaran gelombang disimulasikan menggunakan software CMS-Wave. Gelombang di Pulau Parang memiliki tipe gelombang laut transisi (menengah) dengan tinggi gelombang signifikan 0.231 meter dan periode gelombang signifikan 1.578 detik. Refraksi gelombang di Pulau Parang terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut, dimana gelombang yang menjalar dari laut dalam akan mengalami pembelokan ketika memasuki perairan dangkal.*

**Kata kunci:** *Penjalaran Gelombang, Refraksi, CMS-Wave, Pulau Parang*

### **Abstrak**

*Sea wave is one of oceanography parameter that influenced coastal process. Wave propagation into the beach will be transformed into several processes such as refraction. That processes will effect wave energy distribution along the coast. The aim of this research is to know wave propagation dynamics at Parang island. This research was conducted at 19<sup>th</sup> September – 22<sup>nd</sup> September 2012 on Parang island. The primary data was wave data and the secondary data were wind and bathymetry data. This research used descriptive method. The wave forecasting data were calculated using SMB method and the simulation of wave propagation used CMS-Wave module. Wave characteristics at Parang island is transitional water with heigh of significant wave reached 0.231 m with period 1.578 s. Refraction is influenced by shoaling process that caused the change in angle of a wave as it moves towards shallow water.*

**Keywords:** *Wave propagation, Refraction, CMS-Wave, Parang island*

### **1. Pendahuluan**

Pulau Parang merupakan salah satu dari 27 pulau di Kepulauan Karimunjawa yang termasuk kedalam Kawasan Taman Nasional. Pulau ini memiliki keanekaragaman ekosistem yang masih alami seperti terumbu karang, padang lamun dan mangrove, dimana keberadaan ekosistem ini saling terkait baik di daratan maupun di perairan sekitarnya (Helmi *et al.*, 2012).

Keberlanjutan sumber daya di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil sangat dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor pertama adalah interaksi manusia dalam memanfaatkan sumber daya dan jasa-jasa lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, seperti pembangunan di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, perikanan destruktif, reklamasi pantai, pemanfaatan mangrove, pariwisata bahari. Faktor kedua yaitu proses-proses alamiah seperti abrasi, sedimentasi, ombak, gelombang laut, arus, angin, salinitas, pasang surut, gempa tektonik, dan tsunami (UU no 27 Tahun 2007).

Pantai adalah suatu tempat dimana terjadi interaksi antara lautan dan daratan. proses utama perubahan morfologi pantai di sebabkan oleh Gelombang laut yang menerpa pantai akan memberikan

energi, daratan akan memberikan respon terhadap energi yang diberikan berupa berubahnya bentuk pantai (Sulaiman dan Soehardi, 2008).

Perubahan bentuk dan arah penjalaran gelombang yang menjalar dari perairan laut dalam menuju pantai disebut deformasi gelombang, proses deformasi gelombang dapat berupa proses refraksi, refleksi, difraksi, *shoaling*, dan gelombang pecah. Proses refraksi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999). Hal ini penting dalam memahami proses dinamis pantai. Sudut datang, durasi dan energi gelombang sangat mempengaruhi laju transport sedimen dalam arah tegak lurus maupun sepanjang pantai. Sehingga informasi ini selanjutnya dapat digunakan untuk memperkirakan besar dan arah abrasi dan sedimentasi yang terjadi di suatu pantai. Oleh karena itu, dalam kajian ini dibatasi hanya pada perubahan penjalaran gelombang akibat proses refraksi.

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui dinamika penjalaran gelombang di Pulau Parang. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penjalaran gelombang dan dapat digunakan sebagai data dasar dalam perencanaan, pengelolaan lingkungan pantai serta pengembangan Pulau Parang.

## **2. Materi Dan Metode Penelitian**

### **A. Materi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19-22 September 2012 di Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data Primer diperoleh dari pengukuran gelombang meliputi tinggi, periode dan arah gelombang, sedangkan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Peta Kedalaman Kepulauan Karimunjawa dipublikasikan oleh DISHIDROS TNI-AL tahun 2005 dengan skala 1:100.000, Peta Rupa Bumi Indonesia Pulau Parang yang dipublikasikan oleh BAKOSURTANAL tahun 2001 dengan Skala 1:25.000, dan data angin per jam selama 6 tahun (2007-2012) di peroleh dari stasiun BMKG Semarang

### **B. Metode Penelitian**

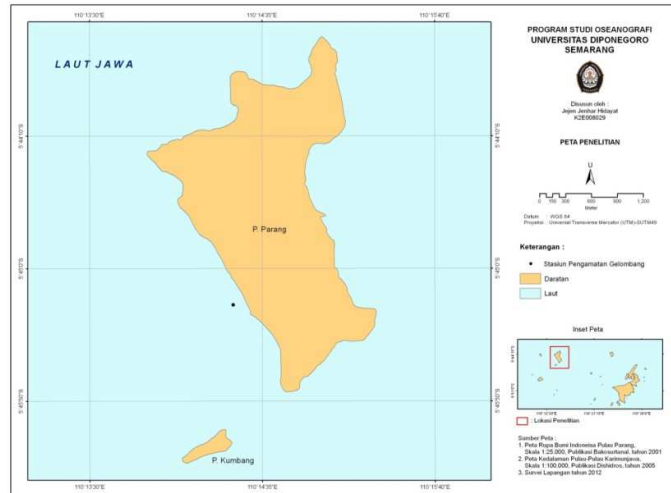
Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif, menurut Suryabrata (1992) merupakan metode penelitian untuk membuat gambaran mengenai situasi atau kejadian yang diteliti atau dikaji pada waktu terbatas dan tempat tertentu untuk mendapatkan gambaran tentang situasi dan kondisi secara lokal, dalam hal ini adalah penjalaran gelombang di Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa

#### **Metode penentuan titik pengukuran gelombang**

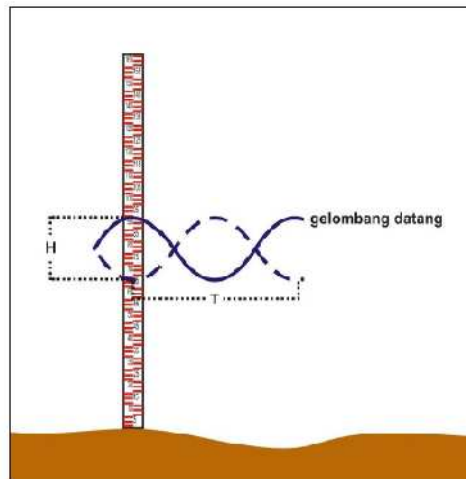
Penelitian gelombang ini dilakukan pada satu titik, yang terletak pada koordinat  $5^{\circ} 45' 13.3''$  LS dan  $110^{\circ} 14' 24.7''$  BT dengan kedalaman 1.8 meter (Gambar 1). Penentuan lokasi pengamatan gelombang dilakukan berdasarkan kondisi yang dapat mewakili kondisi secara keseluruhan daerah. Penentuan lokasi sampling menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*), yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu (Hadi, 1993).

#### **Metode pengukuran gelombang**

Parameter pengukuran gelombang dilakukan dengan teknik langsung (*visual observation*) menggunakan palem gelombang (papan berskala), yaitu dengan mengamati batas elevasi puncak dan batas elevasi bawah yang melewati palem gelombang. Jarak antara batas pucak dan batas bawah dicatat menggunakan *stopwatch* sebagai fungsi waktu antar puncak gelombang pertama yang melewati palem gelombang sampai puncak berikutnya. arah datangnya gelombang menggunakan kompas tembak (WMO, 1998). Pengamatan gelombang dilakukan selama 3 hari dengan pencatatan setiap 1 jam 10 kali pengambilan data. Untuk mendapatkan sifat statistik gelombang dilakukan pencatatan gelombang dalam periode tertentu, yang biasanya selama 15 sampai 20 menit sehingga didapat suatu jumlah tertentu, dalam satu hari biasanya dilakukan tiga sampai empat kali pencatatan (Triatmodjo, 1999). Teknik pengukuran tersebut diilustrasikan dalam Gambar 2.



**Gambar 1.** Peta lokasi pengukuran gelombang



**Gambar 2.** Pengukuran menggunakan Palem Gelombang (Ariani, 2012)

### Metode Pengolahan Data

Dalam metode pengolahan data ini terdapat beberapa data yang diolah yaitu data gelombang, dan data angin. Adapun metode pengolahan data di uraikan sebagai berikut :

### Pengolahan data gelombang

Data gelombang yang diperoleh dianalisis untuk memperoleh data gelombang dan periode *representatif*  $H_s$  dan  $T_s$ , dengan menggunakan rumus sebagai berikut ( Triatmodjo, 1999 )

$$n = 33,33 \% \times \text{jumlah data} \quad (1)$$

$$H_s = \frac{(H_1 + H_2 + \dots H_n)}{n} \quad (2)$$

$$T_s = \frac{(T_1 + T_2 + \dots T_n)}{n} \quad (3)$$

### Pengolahan peramalan gelombang dari data angin

Peramalan gelombang dari data angin dimaksudkan untuk mendapatkan informasi kondisi gelombang dominan pada daerah penelitian. Metode peramalan gelombang menggunakan metode

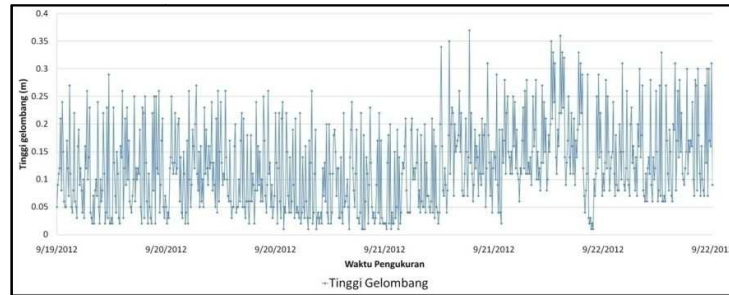
*SVERDRUP-MUNK-BRETCHIDER* (SMB) (CERC, 1984). Langkah-langkah dalam peramalan gelombang metode SMB adalah sebagai berikut :

1. Menghitung panjang *fetch* dengan menggunakan Autocad
2. Menghitung nilai kecepatan angin pada ketinggian 10 m ( $U_{10}$ ), kecepatan angin dilaut ( $U_w$ ), Menghitung koefisien gesek ( $U_A$ )
3. Menghitung Durasi kecepatan angin ( $t$ )
4. Menghitung *fetch* maksimum dan *fetch* minum
5. Menghitung nilai  $H_s$  dan  $T_s$

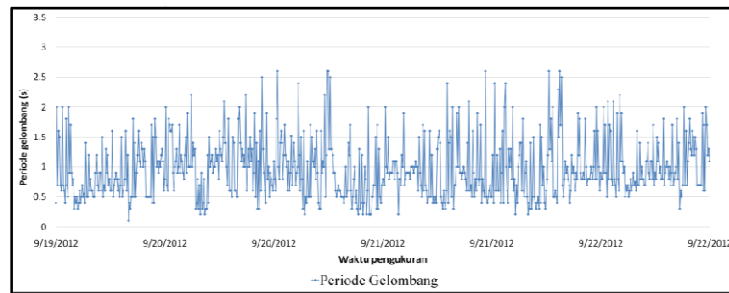
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Pengukuran gelombang lapangan

Hasil pengukuran gelombang lapangan menghasilkan data tinggi dan periode gelombang seperti tersaji di Gambar 3 dan 4



**Gambar 3.** Tinggi Gelombang Pengukuran Lapangan

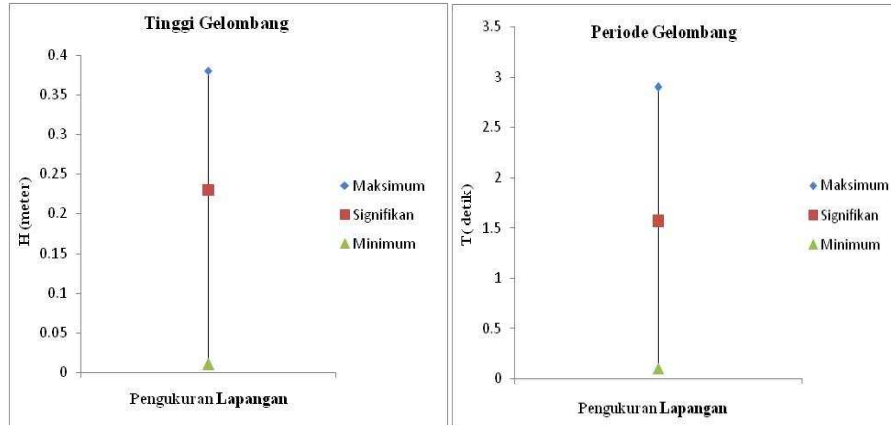


**Gambar 4.** Periode Gelombang Pengukuran Lapangan

Dari hasil pengukuran data lapangan, diperoleh hasil tinggi dan periode gelombang maksimum 0.38 meter dan 2.9 detik. Tinggi dan periode gelombang signifikan 0.231 meter dan 1.578 detik. Tinggi dan periode gelombang rata-rata 0.13 meter dan 0.96 detik. Tinggi dan periode gelombang minimum 0.01 meter dan 0.1 detik. hasil pengukuran tinggi dan periode gelombang tersebut disajikan dalam Tabel 1, dan grafik tinggi dan periode gelombang representatif di tampilkan pada Gambar 5.

**Tabel 1.** Tinggi dan Periode pengukuran lapangan

Keterangan	H (meter)	T (detik)
Maximum	0.38	2.9
Signifikan	0.231	1.578
Minimum	0.01	0.1



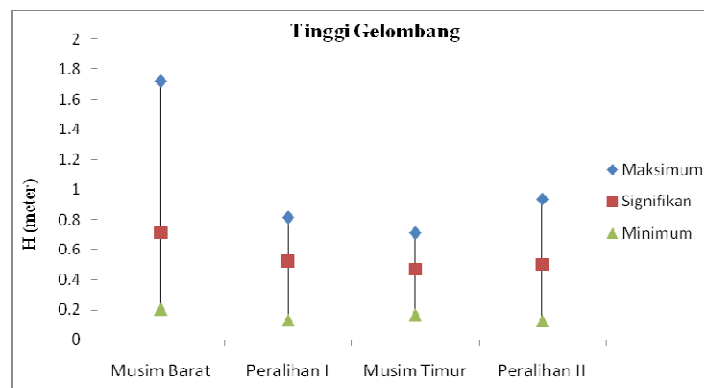
**Gambar 5.** Tinggi dan Periode Gelombang Representatif

### Peramalan gelombang

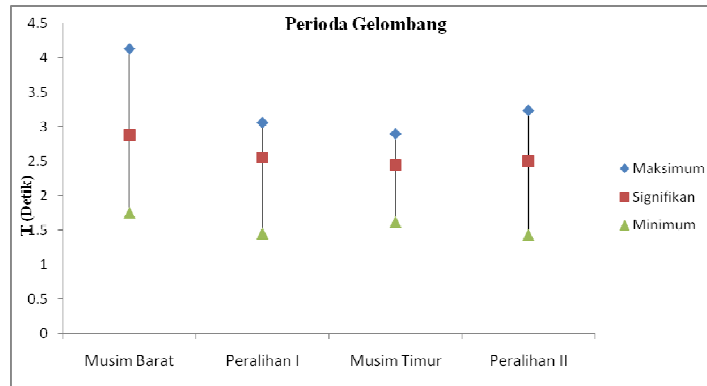
Pegolahan data angin menjadi data gelombang menggunakan metode *SVERDRUP MUNK BRETSCHNEIDER* (SMB), berikut ini disajikan hasil peramalan gelombang representatif dari data angin yang di kelompokkan berdasarkan pembagian musim yang disajikan dalam Tabel 2 dan grafik pada Gambar 6 dan 7

**Tabel 2.** Tinggi dan Periode Gelombang per Musim

Musim	Hmax (meter)	Hs (meter)	Hmin (meter)	Tmax (detik)	Ts (detik)	Tmin (detik)
Barat	1.72	0.71	0.20	4.13	2.88	1.75
Peralihan I	0.81	0.52	0.13	3.06	2.55	1.46
Timur	0.71	0.47	0.17	2.90	2.44	1.62
Peralihan II	0.94	0.50	0.12	3.23	2.50	1.43



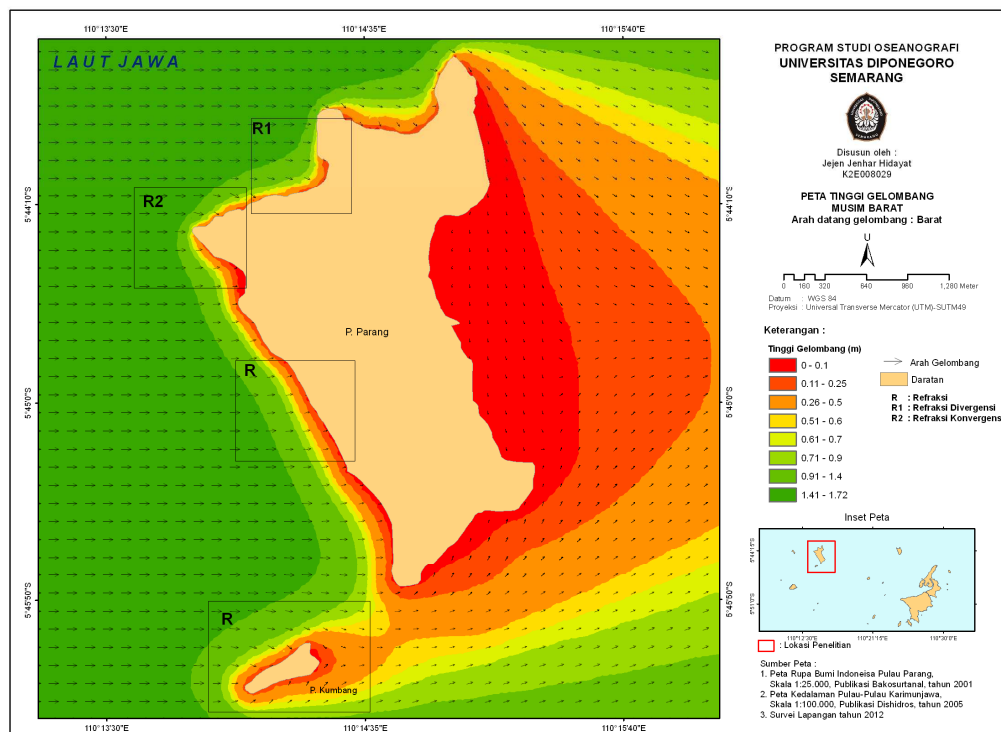
**Gambar 6.** Tinggi Gelombang Representatif per Musim



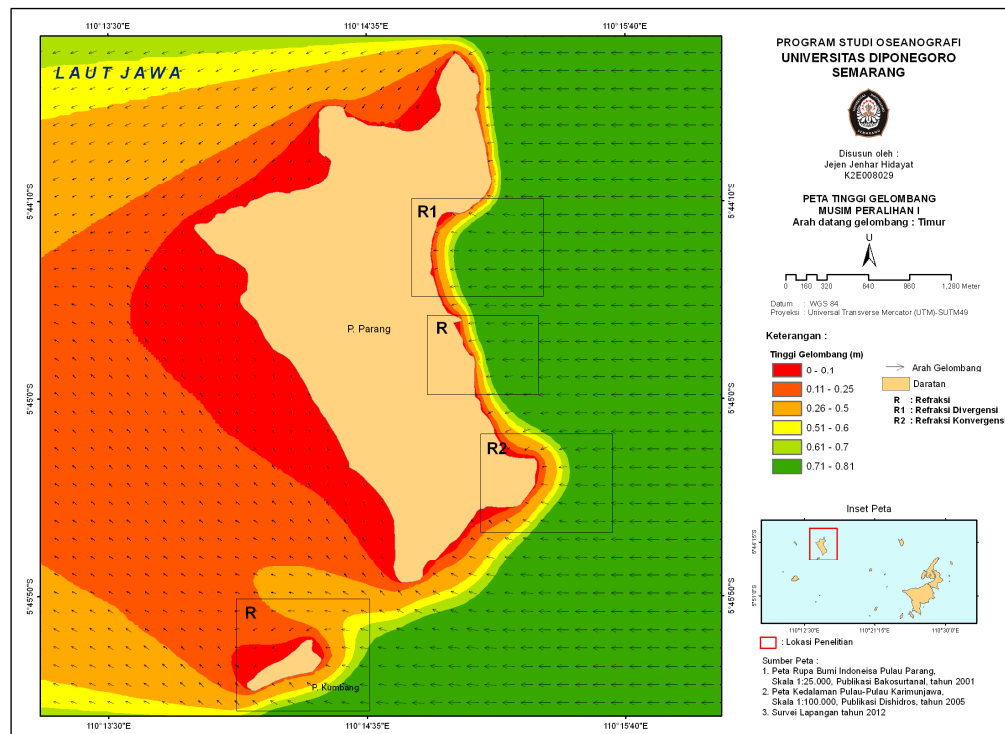
**Gambar 7.** Periode Gelombang Representatif per Musim

#### **Pemodelan dinamika penjalaran gelombang**

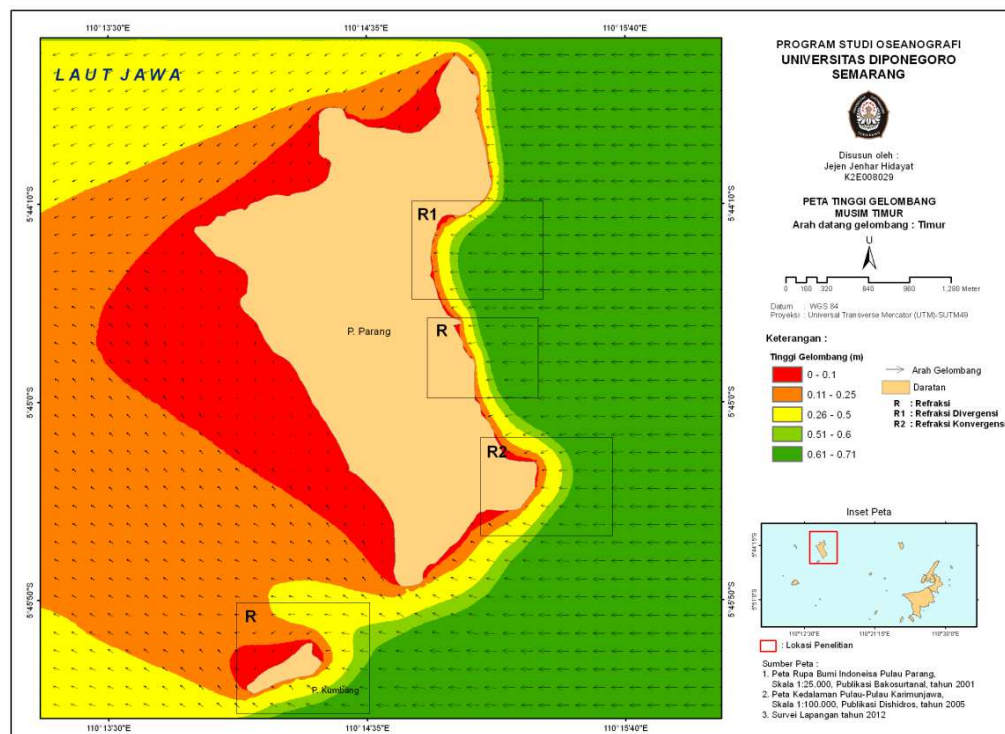
Pemodelan gelombang menggunakan *software SMS 10.00* modul *CMS-Wave (Costal Modelling System-Wave)*, dan dalam pemodelan ini menggunakan skenario penjalaran gelombang berdasarkan pembagian musim yaitu Musim Barat, Peralihan I, Peralihan II, dan Timur. Dengan inputan tinggi, periode dan arah datang gelombang dari hasil peramalan data angin. Gambaran pola penjalaran gelombang digambarkan dalam bentuk vektor dapat dilihat dinamika penjalaran gelombang yang mengalami proses refraksi gelombang di Pulau Parang, untuk keseluruhan skema disajikan dalam gambar Gambar 8-11



**Gambar 8.** Peta Penjalaran Gelombang Musim Barat

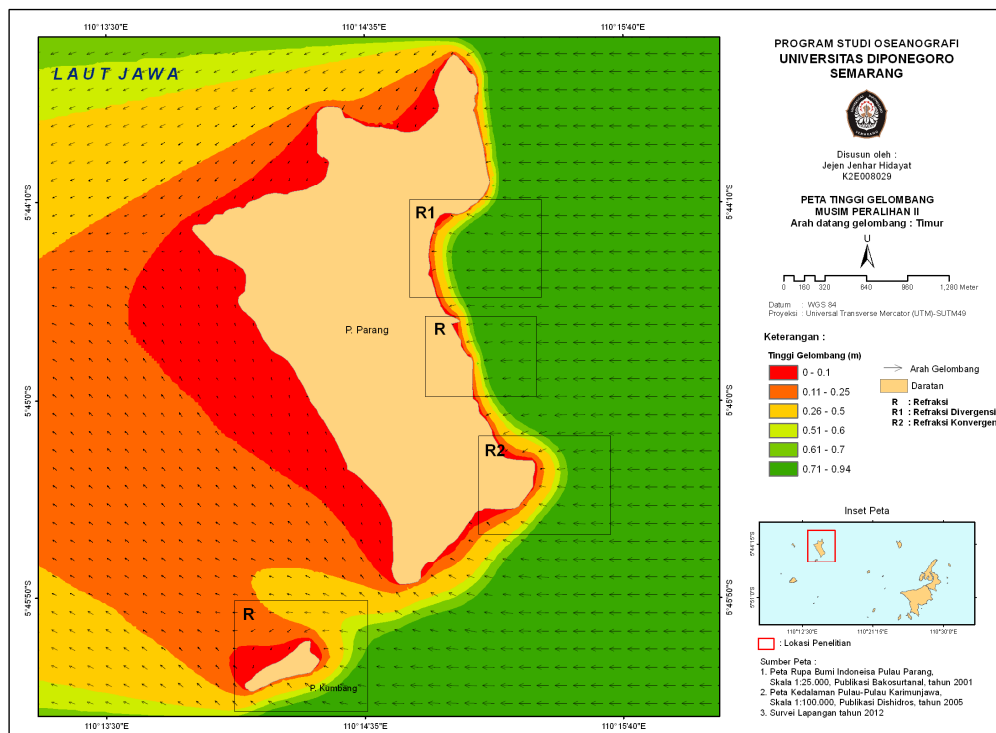


**Gambar 9.** Peta Penjalaran Gelombang Musim Peralihan I



**Gambar 10.** Peta Penjalaran Gelombang Musim Timur





Gambar 11. Peta Penjalaran Gelombang Musim Peralihan II

## Pembahasan

### Gelombang pengukuran lapangan

Dari hasil pengukuran lapangan selama 19-22 September 2012, di perairan Pulau Parang diperoleh hasil pengukuran untuk tinggi gelombang berkisar antara 0.01-0.38 m, sementara untuk periode gelombang berkisar antara 0.1-2.9 detik, tinggi dan Periode gelombang Signifikan 0.231 m dan 1.578 detik. Gelombang di Perairan Pulau Parang termasuk ke dalam gelombang yang di bangkitkan oleh angin, karena mempunyai periode ( $T_s$ ) 1.578 detik, hal ini didukung oleh klasifikasi gelombang berdasarkan periodenya yaitu berkisar antara 1-10 detik (Munk, 1951 dalam Sugianto, 2010)

Hasil pengamatan terhadap tinggi dan periode gelombang tersebut menunjukkan bahwa tinggi gelombang yang di bentuk relatif kecil dengan periode gelombang yang singkat. Hal ini dikarenakan pengukuran gelombang dilakukan pada musim peralihan dimana kecepatan angin relatif lebih kecil dibandingkan musim Barat. Berdasarkan tinggi dan periode gelombang, perairan Pulau Parang termasuk tipe gelombang laut transisi perairan menengah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (1999) bahwa gelombang perairan menengah memiliki kedalaman relatif antara  $0.05 < d/L < 0.5$ , sehingga gelombang yang terjadi di Pulau Parang karakteristiknya di pengaruhi oleh angin dengan tinggi gelombang pada musim peralihan relatif kecil dan periode gelombangnya singkat.

### Peramalan gelombang

Dari hasil peramalan gelombang untuk musim Barat tinggi gelombang maksimum 1.72 meter dengan periode 4.13 detik dan gelombang minimumnya 0.20 meter dan 1.75 detik, sedangkan tinggi gelombang signifikannya 0.71 meter dengan durasi 2.88 detik. Sementara pada musim peralihan I gelombang tertinggi 0.81 meter dengan periode 3.06 detik, dan gelombang terendah yang terjadi adalah 0.13 meter dan periode gelombang 1.46 detik, serta gelombang signifikannya 0.52 meter dengan periode 2.55 detik.

Pada musim Timur gelombang minimum yang terjadi adalah 0.17 meter dengan durasi 1.62 detik sedangkan, gelombang maksimumnya 0.71 meter dengan periode 2.90 detik, serta gelombang signifikannya 0.47 meter dengan periode 2.44. Musim peralihan II, gelombang yang terjadi berkisar



antara 0.12 sampai dengan 0.94 meter dengan periode 1.43 hingga 3.23 detik., serta gelombang signifikannya 0.50 meter dengan durasi 2.50 detik.

Hal ini menunjukkan bahwa gelombang yang terjadi pada musim Barat lebih besar dari pada gelombang yang terbentuk pada musim Timur dan peralihan, dimana tinggi gelombang pada musim Barat berkisar antara 0.20 meter sampai dengan 1.72 meter. Hal ini didukung oleh pernyataan Bayong (2004), Kecepatan angin yang berriup pada musim Barat lebih kuat dibandingkan dengan musim peralihan dan musim Timur.

#### **Model penjalaran gelombang**

Hasil pemodelan gelombang dilakukan dengan menggunakan skenario arah datang gelombang dominan di setiap musimnya. Pada musim Barat (Gambar 21) gelombang yang datang berasal dari Barat menuju Timur, hasil pemodelan gelombang menunjukkan bahwa gelombang datang dari perairan dalam menuju perairan dangkal, pada saat mendekati pantai maka terjadi refraksi yang ditunjukkan pada lokasi R. Proses gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan arah penjalaran terhadap sudut datangnya akibat proses pendangkalan yang mengakibatkan sinar gelombang mengalami pembelokan sehingga arahnya semakin tegak lurus pantai. Hal ini sesuai pernyataan Sorensen (2006), refraksi gelombang terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut, dimana gelombang yang menjalar dari laut dalam akan membelok dan berusaha untuk menuju tegak lurus dengan garis kontur dasar laut, ketika memasuki perairan dangkal.

Perubahan arah gelombang menghasilkan konvergensi (pengucupan) dapat dilihat pada lokasi R2 pada daerah Tanjung, sehingga terjadi pemusatan energi pada daerah tersebut yang dapat mengakibatkan kerusakan pada saat terjadi gelombang besar akibat adanya pemusatan energi gelombang. Sementara di daerah divergensi yang terjadi di daerah teluk yang ditunjukan pada lokasi R1, terjadi penyebaran sinar gelombang yang mengakibatkan pengurangan energi gelombang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ningsih (2002), di daerah Teluk terjadi penyebaran sinar gelombang, pengurangan energi karena tinggi gelombang berkurang, dan di daerah Tanjung terjadi pemusatan sinar gelombang pemusatan energi gelombang karena tinggi bertambah. Penajalaran gelombang pada musim Timur (Gambar 23), Peralihan I (Gambar 22), dan Peralihan II (Gambar 24) arah datang gelombang dominan berasal dari arah Timur, dari gambar tersebut menunjukkan arah perambatan gelombang yang menjalar menuju pantai sehingga puncak gelombang mengalami perubahan dan cenderung sejajar garis kontur pada saat menuju perairan dangkal yang menyebabkan proses refraksi (lokasi R). Perubahan cepat rambat gelombang terjadi sepanjang garis puncak gelombang yang bergerak dengan membentuk sudut terhadap kontur, karena gelombang yang datang dari laut dalam lebih cepat dari pada gelombang yang terjadi di daerah dangkal yang mengakibatkan perubahan puncak gelombang membelok dan berusaha sejajar dengan kontur kedalaman (CERC, 1984).

#### **4. Kesimpulan**

Hasil pemodelan gelombang dapat menjelaskan secara sederhana proses refraksi yang terjadi di Pulau Parang, gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai akan membelok dan berusaha untuk tegak lurus dengan garis kontur dasar laut ketika memasuki perairan dangkal. Pada Musim Barat gelombang menjalar dari arah Barat menuju Timur dengan tinggi gelombang berkisar antara 0.20-1.72 meter, pada Musim Timur tinggi gelombang berkisar antara 0.17-0.71 meter dan arah penjalarannya berasal dari Timur, sedangkan pada Musim Peralihan I dan Peralihan II gelombang menjalar dari arah Timur menuju Barat dengan tinggi gelombang masing-masing adalah 0.13-0.81 meter dan 0.12-0.94 meter.

#### **Daftar Pustaka**

- Ariani, W. F. 2012. *Studi Studi Run-Up Gelombang Pada Offshore Breakwater Di Pantai Slamaran Pekalongan*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNDIP. Semarang. 92 hlm
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual Volume I*. US Army Corps of Engineer Washington D.C., Chapter 3, hal. 1-53.
- Hadi, S. 1993. *Metodologi Riset*. Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi UGM. Yogyakarta.

- Helmi, M., Anugroho, A., Rochaddi., B, Prasetyawan, I.B., Ismunarti, D.H. 2012. *Pemetaan Detail Ekosistem Alami Dan Pemodelan Hidro-Oseanografi Pulau Parang Dan Kumbang Kepulauan Karimunjawa, Kabupaten JeparaProvinsi Jawa Tengah*. Hibah Penelitian. FPIK. Universitas Diponegoro. Semarang. 57 hlm.
- Ningsih, N.S. 2002. *Diktat Kuliah gelombang Fisika*. ITB, Bandung
- Sorensen, Robert M. 2006. *Basic Coastal Engineering, 3<sup>th</sup> Edition*. Springe Science + Business Media, Inc, New York.
- Sulaiman, A & Soehardi, I, 2008. *Pendahuluan Geomorfologi Pantai Kuantitatif*. BPPT. Jakarta
- Sugianto, D. N. 2010. “Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Perairan Laut Paciran, Jawa Timur”. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 15 (3)143-152.
- Suryabrata, S. 1992. *Metodologi Penelitian*. Rajawali press. Jakarta. 115 hlm
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta
- Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil Pasal 5
- World Meterological Orgnatation (WMO). 1998. *Guide to Wave Analysis And Forecasting*. WMO, Jenewa